

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET ZAGREB

# ZAVRŠNI RAD

Mihael Pongrac



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU



GRAFIČKI FAKULTET ZAGREB

Smjer: Tehničko-tehnološki

## ZAVRŠNI RAD

Utjecaj temperature na rad baterije mobitela

Mentor:

Prof.dr.sc. Lidiya Mandić

Student:

Mihael Pongrac

Zagreb, 2018.

## Sažetak

U radu se na praktičnom primjeru provjerava izdržljivost baterija mobitela pod opterećenjem raznih aplikacija i maksimalnog osvjetljenja pri različitim temperaturama. Poznato je da baterijama varira izdržljivost odnosno trajanje s obzirom na različite temperature te je cilj odrediti pri kojim temperaturama je rad optimalan, a pri kojima treba ostaviti uključene samo nužne aplikacije. Baterije konstantno izlažemo procesima punjenja i pražnjenja te prilikom istih uz nepoštivanje zadanih uputa i uvjeta od strane proizvođača činimo greške koje u konačnici rezultiraju trajnim gubitkom kapaciteta baterija ili nenadanim isključivanjima mobitela pri korištenju. Mobilne aplikacije koje nam ujedno olakšavaju svakodnevni život ujedno su i glavni potrošači baterije te je potrebno uvesti neki balans aplikacija i postavki ako želimo postići zadovoljavajuće trajanje baterije. Mjerenje trajanja baterije su provedena na 3 mobilna telefona različite starosti pod istima uvjetima i na istim temperaturama sa početnom baterijom na 100 % do trenutka gašenja baterije. Temperature na kojima su vršena mjerenja su 5°C, 20°C, 30°C uz upotrebu *GPS* i *Flashlight* aplikacije, *Wifi* , uz 100% osvjetljenje zaslona mobitela i onemogućenim zaključavanjem zaslona tijekom mjerenja. Baterija najnovijeg mobitela pokazala se najdugotrajnija, a na temperaturi od 20°C sve tri baterije postigle su najduže trajanje.

Ključne riječi: Mobilni telefon, Li-Ion baterija, temperatura

# Sadržaj

1.	Uvod .....	1
2.	Princip rada baterije.....	2
3.	Li-ion baterije .....	3
3.1.	Razlike između Li-Ion i Li-Polimer baterija .....	6
4.	Punjenje baterije .....	6
5.	Pražnjenje baterije .....	7
6.	Najveći potrošači baterije .....	7
7.	Kako produljiti trajanje baterije .....	9
8.	Kemijsko starenje baterije .....	10
9.	Eksperimentalni dio .....	12
10.	Rezultati i rasprava.....	14
11.	Zaključak.....	17
12.	Literatura.....	18

# 1. Uvod

Komunikacijska tehnologija je brzo napredovala tijekom nekoliko zadnjih godina, velika promjena se dogodila i u proizvodnji mobitela. Klasični mobilni telefoni prvenstveno su služili za pozive i slanje sms poruka, dok pametni telefoni nude mogućnost spajanja na internet, provjeravanja *emailova* i raznih društvenih mreža, pohranjivanja podataka, preuzimanja raznih aplikacija, omogućuju *WiFi*, a njihova kamera se može usporediti sa onom na boljim fotoaparatom. Oni imaju mobilni operacijski sustav (*Windows Mobile, iPhone OS, Android, Symbian OS, RIM za BlackBerry...*) i sličniji su računalima nego svojim prethodnicima. Osim toga velika je i prednost to što se pametni telefoni lako sinkroniziraju s računalom pa se jednostavno mogu prenijeti svi potrebni podaci s mobitela na računalo i obrnuto. [1] Dok s jedne strane pružaju ogromne mogućnosti, pametni telefoni imaju i nedostatak, a to je kratko trajanje baterije. Baterije su osjetljivije nego što većina misli i na više načina se može ubrzati njeno oštećenje. Negativna posljedica stalnog punjenja i pražnjenja baterija je gubitak energije koji može doseći i 30 posto njenog kapaciteta iako proizvođači tvrde da su osigurali 80 % korisnost do kraja ciklusa navedenih u tvorničkim postavkama. Baterije gube dio svog kapaciteta već u proizvodnji, kad ih se testira procesom punjenja i pražnjenja koji se nastavlja nepravilnim rukovanjem odnosno tretiranjem. Krajnji cilj je maksimalno iskoristiti trajanje baterije koristeći sve aplikacije i postavke koje su nam neophodne bez obzira da li se radi o poslovnim ili privatnim potrebama.

## 2. Princip rada baterije

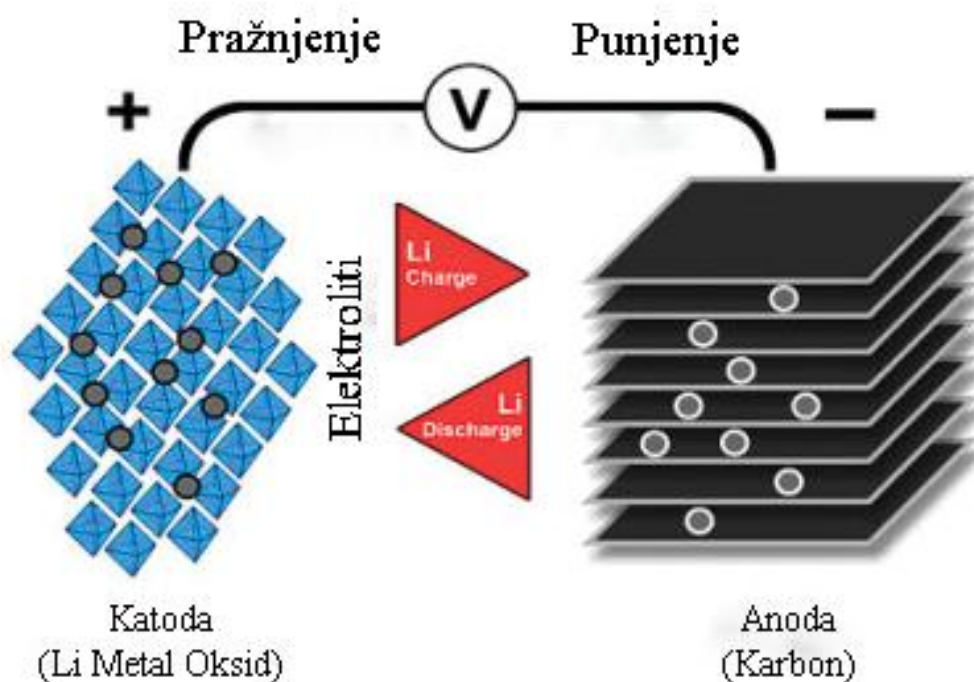
Bateriju čine tri osnovne komponente: anoda, katoda i elektrolit. Anoda oksidira, odnosno otpušta elektrone dok se na katodi odvija redukcija, tj. proces prihvatanja elektrona. Elektrolit služi odvajanju anode i katode, odnosno kao spremnik kemijske energije. On mora biti dobar vodič protona, ali slab vodič elektrona odnosno mora usporavati reakciju prebacivanja elektrona sa anode na katodu kroz elektrolit da bi što više elektrona prošlo kroz vodiče koje bi spojili na izvode elektroda. Kada se elektrolit „potroši“, odnosno kada svi elektroni prijeđu s anode na katodu, bateriju možemo baciti.

Baterije koje se upotrebljavaju u mobitelima i sličnim uređajima mogu se ponovno puniti. Prva takva baterija bila je nikal-kadmijska (NiCd) koja je imala vrlo dobru učinkovitost, ali je i bila vrlo opasna za ljudski organizam zbog upotrebe kadmija. Kod NiCd baterija također je zamijećen takozvani *memory* efekt - baterija 'pamti' ako nije dobro napunjena te se nikada više ne puni iznad te razine. Sljedeća se razvila nikal-metal-hidridna (NiMH) baterija koja se brzo puni, ali je isto tako i vrlo skupa te se najčešće koristi za hibridna vozila. Baterija koja se u posljednje vrijeme najčešće susreće u mobitelima je litij-ionska (Li-Ion) baterija. Litij ima najveći potencijal u elektrokemiji i najbolji je materijal za izradu baterija. Nova baterija koja će se tek početi više koristiti u budućnosti je litij-polimerska baterija sastavljena od nekoliko slojeva različitih materijala i koja se pokazala najstabilnijom i najboljom dosad, ali je još uvijek preskupa za svakodnevnu potrošnju. [2]

### 3. Li-ion baterije

Li-Ion baterije se danas svrstavaju među superiornije sustave baterija iako ih je Sony prvi komercijalizirao još 1991.godine. Litij je najlakši od svih metala, uz to ima i najveći elektrokemijski potencijal te osigurava najveću specifičnu energiju po masi. Usprkos nižoj specifičnoj energiji od Li-metala, Li-Ion baterija je sigurna za korištenje uz pridržavanja napona i strujnih granica.

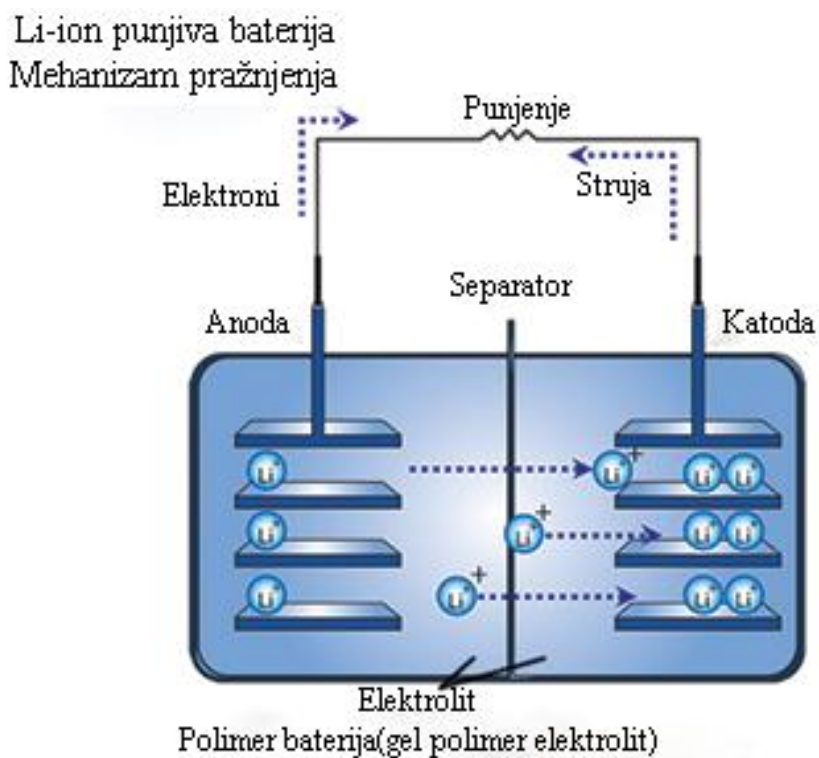
Sama Li-ion baterija (slika 1.) sastoji se od pozitivne elektrode katode i negativne elektrode anode te elektrolita kao konduktora. Katoda je metalni oksid dok je anoda od poroznog karbona. Tijekom pražnjenja baterije, ioni prelaze s anode na katodu kroz elektrolit i separator, dok je kod punjenja tok iona obratan. [3]



Slika 1.Li-ion baterija

([http://batteryuniversity.com/learn/article/lithium\\_based\\_batteries](http://batteryuniversity.com/learn/article/lithium_based_batteries))

Postoje litijske baterije koje se ne mogu puniti, a postoje i litij-ionske/litij-polimerske baterije koje se mogu puniti(slika 2.). Litij-ionske baterije se pune jer ioni litija prelaze s negativne elektrode na pozitivnu prilikom pražnjenja te obrnuto prilikom punjenja. Između dviju elektroda nalazi se separator, a sve zajedno je uronjeno u elektrolit koji omogućuje kretanje iona. Razlika između litij-ionskih baterija i litij-polimerskih je u elektrolitu, pa se litij-polimerske baterije mogu pronaći u različitim oblicima i poznatom pakiranju u srebrnoj plastici kao npr. u mobitelima, dok će litij-ionske baterije biti zaštićene u pravilnim oblicima kućišta.

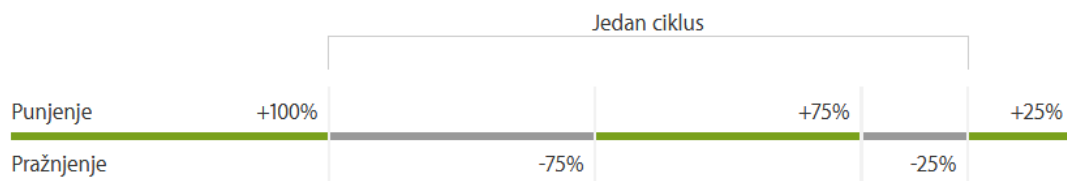


Slika 2. Mehanizam pražnjenja punjive baterije

(<https://e-radionica.com/hr/blog/2016/07/13/bas-malo-o-litij-ion-baterijama/>)



Trenutno, litij-ionske baterije imaju najbolje karakteristike među svim vrstama punjivih baterija koje su komercijalno dostupne. Osim toga, imaju minimalni memorijski efekt, dakle može se početi puniti i prazniti u bilo kojem stanju napunjenosti bez da sama baterija trajno izgubi nešto od svoga kapaciteta. A tu je još i dugotrajnost, baterija može preživjeti 500 do 1000 potpunih ciklusa što bi značilo od potpuno prazne do potpuno pune baterije(slika 3.) te se može proizvoditi s velikim kapacitetima, za razliku od drugih vrsta punjivih baterija. Maksimalnim kapacitetom baterije mjeri se kapacitet baterije uređaja u odnosu na stanje kada je bila nova. Baterije prilikom prve aktivacije imaju 100 %, ali s kemijskim se starenjem taj kapacitet smanjuje, što može dovesti do skraćivanja vremena upotrebe između dva punjenja. Normalna baterija projektirana je tako da zadrži do 80 % izvornog kapaciteta nakon 500 potpunih ciklusa punjenja u normalnim uvjetima rada. [4]



Slika 3. Jedan ciklus punjenja baterije

(<https://www.apple.com/hr/batteries/why-lithium-ion/>)

### **3.1. Razlike između Li-Ion i Li-Polimer baterija**

Razlike između litij-ionskih i litij-polimernih baterija nisu velike, no važno je znati da ipak postoje neke sitne, ali bitne razlike koje određuju dugotrajnost baterija. Prva razlika je to što su Li-Ion baterije podložne starenju čak i kad se ne koriste. No, one imaju veću energetska gustoću i jeftinije ih je proizvesti, za razliku od Li-Po baterija koje mogu biti vrlo tanke i uske, a sadržavati veću količinu energije. Zato se neki proizvođači odlučuju upravo za takve baterije, jer im to donosi uočljivu razliku u debljini uređaja. No, takvi uređaji su ipak nešto skuplji. Znanstvenici sa sveučilišta Columbia nastoje produljiti trajanje Li-Ion baterija dodavanjem polimera. No, ono što je mana svim baterijama, a posebice Li-ionskim jest smanjivanje kapaciteta baterije s povećanjem broja ciklusa punjenja i pražnjenja. Stoga su znanstvenici sa Sveučilišta Columbia stvorili nanostrukturu za silikonsku anodu koja bi se trebala naći unutar litij-ionskih baterija. To bi, prema njihovim tvrdnjama, trebalo ublažiti negativne posljedice stalnog punjenja i pražnjenja baterija kao što je gubitak energije koji može doseći i 30 posto njenog kapaciteta. Baterije gube dio svog kapaciteta već u proizvodnji, kad ih se testira. [5]

## **4. Punjenje baterije**

Baterije rade u širokom rasponu temperature što ne daje mogućnost da se i puni pri svim temperaturama. Proces punjenja baterije je nešto delikatniji od pražnjenja i zahtjeva posebno tretiranje. Ekstremna hladnoća i toplina smanjuju mogućnost punjenja baterije, pa je prije punjenja treba dovesti na umjerenu temperaturu kako bi se izbjegla trajna oštećenja. Brzo punjenje većine baterija limitirano je na temperature od 5°C do 45°C, dok je za najbolje rezultate potrebna temperatura od 10°C do 30°C. Ispod 5°C punjenje je reducirano, a kod temperatura ispod 0°C punjenje je zabranjeno zbog reducirane difuzije na anodi. Tijekom punjenja unutarnji otpor ćelije uzrokuje blagi porast temperature baterije koji kompenzira dio hladnoće. Unutarnji otpor svih baterija raste s padom temperature, zamjetno produžujući vrijeme punjenja baterije. Mnogi korisnici uređaja sa Li-ion baterijama nisu svjesni da ih se ne smije puniti na temperaturi ispod 0°C jer se na anodi se stvara tanak sloj metalnog litija. Taj sloj je

trajan i ne uklanja se ciklusima punjenja i pražnjenja. Mobiteli sa baterijama koje imaju sloj nataloženog litija podložniji su gašenju pri vibracijama, niskim i visokim temperaturama i drugim nepogodnim uvjetima. [6]

## 5. Pražnjenje baterije

Baterije kao i ljudi najbolje funkcioniraju pri sobnoj temperaturi. Zagrijavanjem gotovo prazne baterije u mobitelu može nam omogućiti nešto duže korištenje uređaja zbog temperaturnog ubrzanja elektrokemijske reakcije. To je vjerojatno razlog zašto proizvođači preferiraju specificirati svoje baterije pri temperaturi od nešto viših 27°C. Promjenom temperature možemo poboljšati njene performanse no produženo izlaganje će uzrokovati skraćenje života baterije.

Sve baterije funkcioniraju optimalno i održe očekivano trajanje kad su korištene pri temperaturi od oko 20°C. Ako bateriju koristimo pri 30°C umjesto pri umjereno nižoj sobnoj temperaturi, životni ciklus joj se smanjuje za 20%. Pri temperaturi od 40°C gubitak se penje na 40%, a pri 45° čak na 50 %. Performanse svih baterija drastično padaju i na niskim temperaturama, tako pri temperaturi od -20°C većina baterija pada na 50%. [7]

## 6. Najveći potrošači baterije

Zbog sve većeg broja aplikacija i mogućnosti koje obavljaju pametni telefoni, vijek trajanja njihovih baterija se drastično smanjio. Neke aplikacije, s jedne strane brzo prazne baterije, dok druge ipak malo produljuju vijek trajanja.

### 1. Društvene mreže

Gotovo su sve aplikacije društvenih mreža gutači baterija, a posebno je omražen *Facebook Messenger*, makar i druge varijante *Facebook*-a nisu blagonaklone prema bateriji. *Snapchat* također kotira visoko na ljestvici, pogotovo iz razloga što je za njegovu upotrebu potrebno aktivirati i kameru, što predstavlja dodatno trošenje baterije. Ostale aplikacije društvenih mreža se redovito nalaze na "crnim listama", no ne u tolikoj mjeri. U svakom slučaju, ako u nekom trenutku ne koristite neku društvenu mrežu, potrebo isključiti aplikaciju te uštedite bateriju.

## 2. *Netflix*

*Netflixova* mobilna aplikacija uzrokuje brzo pražnjenje baterije da je gotovo nemoguće pogledati cjelovečernji film bez da usputno ne pogledate i stanje baterije. Zahvaljujući svojoj izraženoj multimedijalnosti, *Netflix* je redovito među osumnjičenicima za krađu energije iz mobitela. Ako već postoji ovisnost o gledanju filmova preko mobitela, potrebno je smanjiti svjetlinu ekrana, jer je to jedan od načina kako ćete sačuvati koji postotak kapaciteta baterije. Drugo rješenje je gledati *Netflix* na tabletu koji ipak ima puno veći kapacitet baterije.

## 3. Servisne aplikacije

U ovu skupinu se ne ubrajaju predinstalirane aplikacije, već one koje su kreirane u *Googleovim* ili *Microsoftovim* centrima, poput *Mapa*, ili *Playa* preko kojeg je dostupan velik broj aplikacija te *Chromea* i *Outlooka*. Upravo one spadaju u skupinu aplikacija koje se ne koriste uvijek, ali redovito ostaju aktivirane, što polako ali sigurno prazni bateriju. Najbolje je isključiti te aplikacije ako ih se ne koristi ili se u potpunosti prebaciti na pretraživanje na računalu s obzirom da su ovo samo varijante standardnih računalnih pretraživača.

## 4. *Shopping* aplikacije

Gotovo je jednako troše bateriju kao i gledanje filmova. Za *shopping* se preporučuje korištenje računala, jer aplikacije poput *Amazon Shoppinga* spadaju među veće potrošače baterije. Zanimljivo da se na popisu nije našla mobilna aplikacija *e-Baya*, ali vjerujemo da i ona doprinosi trošenju baterije. Naime, mnogo naredbi i kretanja unutar sadržaja aplikacije troše energiju.

## 5. *Task Manageri* i aplikacije za čišćenje

Aplikacije koje kontroliraju rad hardvera, kao i one koje čiste mobitele od nepotrebnih sadržaja, dobro će počistiti i bateriju. To je u potpunoj suprotnosti aplikacijama koje vam štite bateriju i smanjuju njeno trošenje, poput *Dozea* ili *Juice Defendera*, koje se preporučaju, kao i sljedećih nekoliko koraka koji će barem malo sačuvati bateriju.

## 7. Kako produljiti trajanje baterije

Već je spomenuto da je poželjno instalirati aplikacije za čuvanje baterije no uz njih bi trebalo aktivirati uštedu energije, što je standardna opcija na današnjim mobitelima. Druga stvar je brisanje svih nepotrebnih aplikacija i aplikacija koje se nikada ne koriste, što će otvoriti prostor za nove i potrebnije aplikacije, a istovremeno će smanjiti potrošnju baterije. Prije brisanja treba provjeriti u postavkama uređaja koje aplikacije najviše troše bateriju. To se može učiniti odlaskom u izbornik Postavke, potom na opciju Uređaj, zatim na Baterija ili Postavke, potom Energija, a zatim na Korištenje baterije. Ondje se može vidjeti popis svih potrošača baterije koji se mogu efikasnije kontrolirati i racionalnije koristiti.

Poželjno je isključiti notifikacije, jer one aktiviraju aplikacije čak i kad se deaktiviraju te tako dodatno troše bateriju. Isto vrijedi i za *GPS*. Na uređaju nije poželjno imati uključeno ni vibraciju, ali ni osvjetljen ekran, jer to troši više energije nego alternativni načini rada.

Dodatan savjet je da se na vrijeme skida nadogradnja softvera ili aplikacija, jer ona obično sadrže dodatke koji rješavaju greške na prethodnim verzijama, ili su općenito napravljene na način da racionalnije troše energiju mobitela. Naravno, ovisno o korištenju mobitela ovisi i to koliko brzo će se baterija potrošiti. Dosljednom upotrebom ovih malih trikova može se produljiti trajanje baterije i do 15 posto, što će u nekim situacijama sigurno dobro doći. [8]

## 8. Kemijsko starenje baterije

Sve punjive baterije potrošne su komponente koje postaju manje učinkovite kako kemijski stare. Sa starenjem litij-ionskih baterija smanjuje se količina naboja koju mogu zadržati, zbog čega je uređaj potrebno češće puniti. To se može nazvati maksimalnim kapacitetom baterijom odnosno mjerom kapaciteta baterije u odnosu na stanje kada je bila nova. Također može doći i do smanjenja maksimalnih trenutnih performansi baterije, odnosno njezine vršne snage. Da bi telefon ispravno funkcionirao, elektronika mora imati mogućnost trenutno crpiti napajanje iz baterije. Značajka koja utječe na trenutnu isporuku napajanja je impedancija baterije. Baterija velike impedancije možda neće moći dati dovoljno snage za potrebe sustava. Impedancija baterije može se povećati ako je baterija kemijski starija. Impedancija baterije privremeno će porasti pri niskoj napunjenosti i u hladnom okruženju. U kombinaciji s višom kemijskom starošću, povećanje impedancije bit će znatnije. Te su kemijske karakteristike baterija zajedničke svim litij-ionskim baterijama na tržištu.

Kada se napajanje povlači iz baterije s visokom razinom impedancije, napon baterije past će na niži stupanj. Elektroničkim je dijelovima za pravilan rad potreban minimalan napon. To uključuje internu memoriju uređaja, strujne krugove i samu bateriju. Sustav za upravljanje napajanjem utvrđuje koliko je baterija u mogućnosti davati tu snagu te upravlja opterećenjem radi održavanja operacija. Kada se operacije više ne mogu podržavati sa svim mogućnostima sustava za upravljanje napajanjem, sustav će isključiti uređaj da bi se elektronički dijelovi očuvali. Premda je to isključivanje hotimično iz perspektive uređaja, ono može biti neočekivano za korisnika.

Vjerojatnije je da će korisnici pri niskoj napunjenosti baterije, većoj kemijskoj starosti ili nižim temperaturama doživjeti neočekivano isključivanje. U ekstremnim slučajevima uređaj se može češće isključivati, zbog čega će biti nepouzdan ili neupotrebljiv. Sustav iOS dinamički upravlja vršnim performansama da bi se spriječilo neočekivano isključivanje uređaja i da bi se uređaj i dalje mogao koristiti. Ta značajka upravljanja performansama funkcionira tako što prati temperaturu uređaja, stanje napunjenosti baterije i impedanciju baterije. Sustav iOS na temelju tih varijabli po potrebi dinamično upravlja maksimalnim performansama nekih komponenti sustava, kao što su CPU i grafički procesor, da bi spriječio neočekivano isključivanje. Kao rezultat toga, radna opterećenja uređaja automatski će se uskladiti, omogućujući tako ravnomjerniju distribuciju zadataka sustava, a ne veće, brze vrhunce performansi odjednom. U nekim slučajevima korisnik možda neće primijetiti nikakve razlike u svakodnevnim performansama uređaja. [9]

## 9. Eksperimentalni dio

Cilj ovog rada bio je istražiti trajanje baterija pametnih telefona pri različitim temperaturama pod jednakim opterećenjem aplikacija i drugih postavki mobitela. Baterije na različitim temperaturama nemaju isto vrijeme trajanja pa je pretpostavka da će i vrijeme rada mobitela biti različito na temperaturama od 5°C, 20°C i 30°C. Mjerenje na tim temperaturama provodi se uz upaljenu GPS i Flashlight aplikaciju, Wifi, uz 100% osvjetljenje zaslona mobitela i onemogućenim zaključavanjem zaslona tijekom mjerenja. Podaci su prikupljeni od 3 pametna telefona (Iphone 4s , Iphone 6s i Iphone 7) , koji su prikazani u tablici 1., od kojih je prvi star 7 godina sa baterijom starom 3,5 godine, drugi star 2 godine sa novom baterijom i treći star 1 godinu sa isto toliko starom baterijom. Prema podacima iz tablica 2. [10],3. [11] i 4. [12] pretpostavka je da će najnoviji mobitel najduže trajati u odnosu na druga dva zbog baterije najvećeg kapaciteta i da će svi mobiteli duže trajati pri sobnoj temperaturi od 20°C u odnosu na druge temperaturne oscilacije. Sljedeća pretpostavka je da će mobitel 2 s novom baterijom moći konkurirati mobitelu 3 sa baterijom starom godinu dana. Sva mjerenja kreću sa 100% punom baterijom i završavaju gašenjem ekrana odnosno uređaja uz stalnu kontrolu zraka termometrom i preciznog mjerenja vremena štopericom.



Tablica 1. Podaci proizvođača mobitela o baterijama

Mobitel-starost (godina)	Kapacitet baterije(mAh)	Battery Life/Očekivano trajanje po proizvođaču(h)	Vrsta baterije – starost (godina)
1- 7	1432	45	Li-Po - 3,5
2- 2	1715	62	Li-Ion - 0,2
3- 1	1960	61	Li-Ion - 1

Karakteristike korištenih baterija mobitela dane su tablicama 2.-4.

Tablica 2. Karakteristike trajanja baterije mobitela 1

4s -Non-removable Li-Po 1432 mAh battery (5.3 Wh)	
Stand-by/ pripravno stanje	Up to/do 200 h (2G) / Up to7/do 200 h (3G)
Talk time/ Razgovor	Up to/do 14 h (2G) / Up to/do 8 h (3G)
Music play / Glazba	Up to/do 40 h

Tablica 3. Karakteristike trajanja baterije mobitela 2

6s-Non-removable Li-Ion 1715 mAh battery (6.91 Wh)	
Stand-by / pripravno stanje	Up to/do 240 h (3G)
Talk time / Razgovor	Up to/do 14 h (3G)
Music play / Glazba	Up to/do 50 h

Tablica 4. Karakteristike trajanja baterije mobitela 3

7-Non-removable Li-Ion 1960 mAh battery (7.45 Wh)	
Talk time	Up to/do 14 h (3G)
Music play / Glazba	Up to/do 40 h

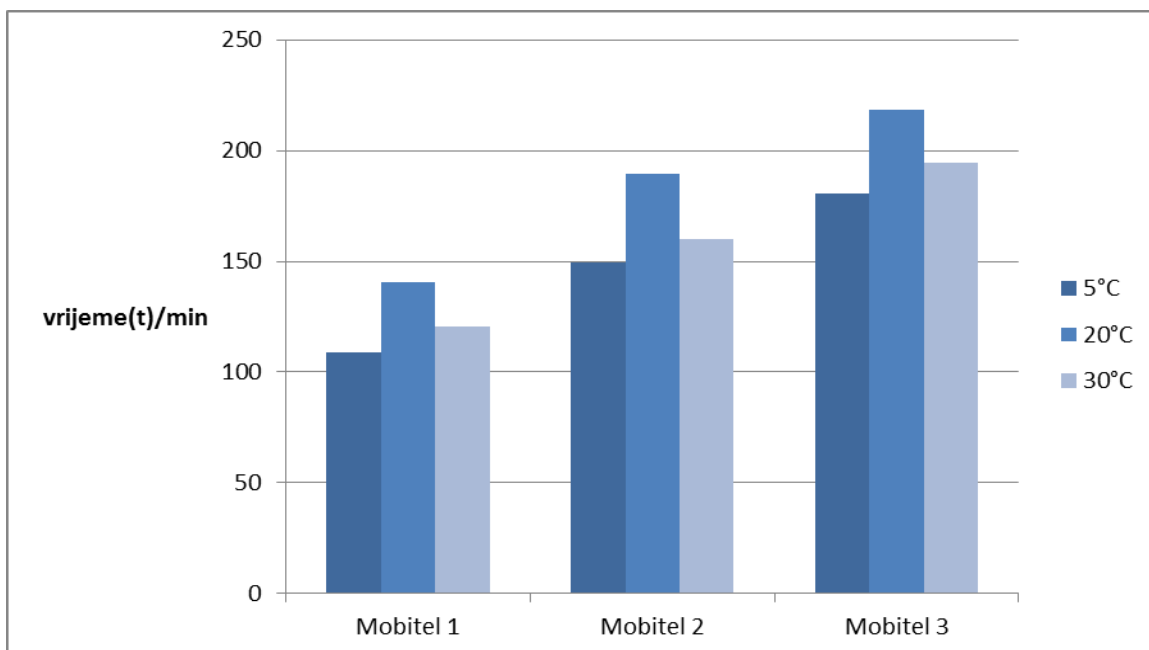
## 10. Rezultati i rasprava

Tablica 5. prikazuje mjerenja provedenih po 3 puta sa svakim mobitelom na svakoj od zadanih temperatura sa izračunatom srednjom vrijednošću za sva tražena mjerenja.

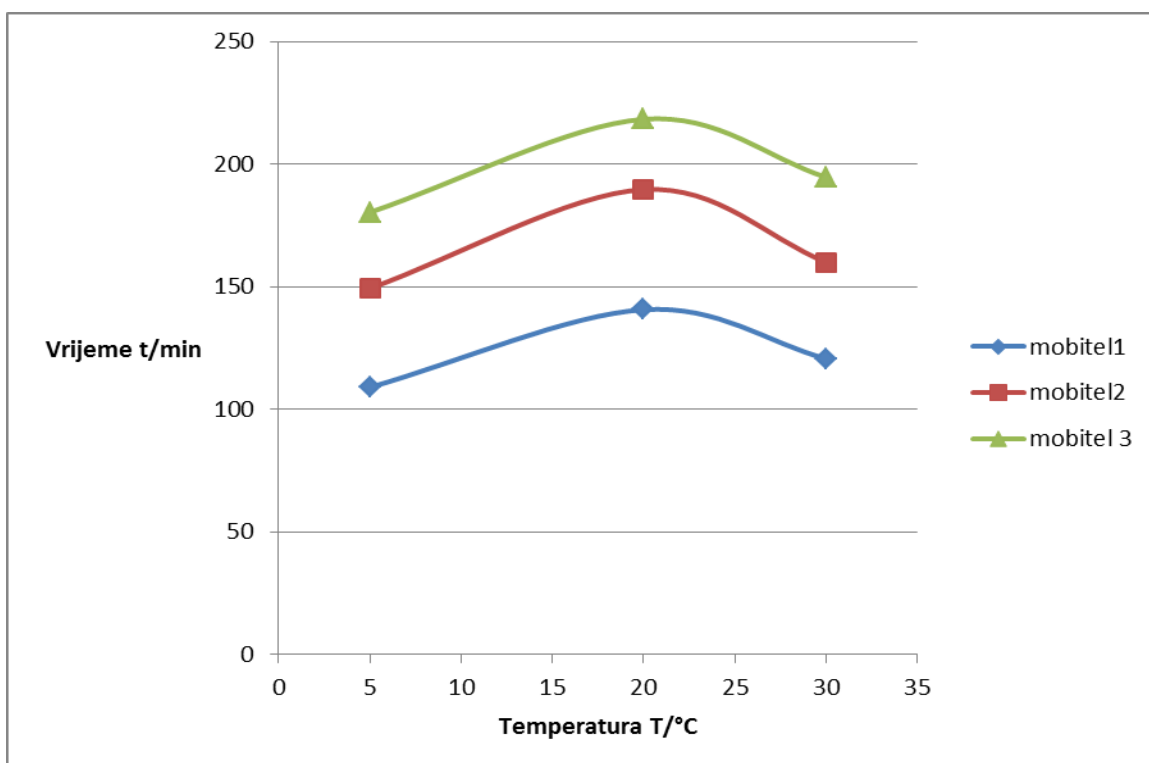
Tablica 5. Rezultati mjerenja

Mobitel	Br. mjerenja		Br. mjerenja		Br. mjerenja	
Temp.		5°C		20°C		30°C
		Vrijeme(min)		Vrijeme(min)		Vrijeme(min)
M. 1	1.	110	1.	142	1.	121
	2.	105	2.	138	2.	123
	3.	112	3.	142	3.	118
M. 2	1.	145	1.	184	1.	163
	2.	155	2.	196	2.	160
	3.	148	3.	189	3.	157
M. 3	1.	175	1.	214	1.	196
	2.	182	2.	221	2.	190
	3.	184	3.	220	3.	198
		$\bar{t}$ Vrijeme(min)		$\bar{t}$ Vrijeme(min)		$\bar{t}$ Vrijeme(min)
M. 1	1.	109	1.	140,66	1.	120,66
M. 2	2.	149,33	2.	189,66	2.	160
M. 3	3.	180,33	3.	218,33	3.	194,66

Cilj rada bio je prikazati oscilacije u trajanju baterija mobilnih telefona s obzirom na različitu temperaturu okoline pod istim opterećenjem ako se uzme u obzir upotreba GPS i Flashlight aplikacije, Wifi, uz 100% osvjetljenje zaslona mobitela i onemogućenim zaključavanjem zaslona tijekom mjerenja. Rađena su po 3 mjerenja sa svakim mobitelom na svakoj od 3 zadane temperature bez većih odstupanja u dobivenim vrijednostima s tim da se trajanje baterija produživalo s novijim verzijama mobitela. Analizom prikupljenih podataka vidljivo je da su potvrđene dvije pretpostavke. Trajanje baterije je optimalno pri sobnoj temperaturi od 20°C svih mobitela obuhvaćenih mjerenjem što je vidljivo na slici 4., i najveća izdržljivost najnovijeg mobitela 3 od 3,38 sata pri istoj što je gotovo 2 puta dulje od trajanja baterije mobitela 1. Baterija mobitela 2 nije uspio konkurirati u trajanju baterije mobitelu 3 unatoč njegovoj novoj bateriji, s razlikom u trajanju od gotovo 20 minuta pri temperaturi od 20°C. Baterije su pokazale bolje performanse na temperaturi od 30°C nego na 5°C što potvrđuje teoriju da baterija različito traje pri različitim temperaturama te da trajanje drastičnije pada kada se temperature kreću prema i ispod 0°C. Pokazalo se da starost baterije nije utjecala u očekivanoj mjeri na konačno trajanje baterije što može biti dokaz savjesnog baratanja mobitelom odnosno procesima punjenja i pražnjenja, ali i nekih drugih varijabli kao vremena skladištenja baterije. Mobilni 1 koristi Li-Polimernu bateriju većeg kapaciteta, mogu biti vrlo uske i tanke, dok Mobilni 2 i 3 koriste Li-Ionsku bateriju koja može biti podložna starenju i kad se ne koristi, no imaju veću energetsku gustoću i jeftinije ih je proizvesti. Prednost nakon praktičnog dijela mjerenja je na strani mobitela 2 i 3 sa Li-Ion baterijama uzevši u obzir starost mobitela 1 i manji kapacitet baterije Li-Po. Slike 4. i 5. dokazuju postepen napredak tehnologije preko mobitela 1,2 i 3 što se ne odnosi samo na razvoj novih mogućnosti već i na kapacitet baterije. Kapacitet nove baterije mobitela 3 je 1960 mAh u odnosu na mobilni 1 koji ima kapacitet baterije od 1432mAh.



Slika 4. Graf ovisnosti temperature  $T(^{\circ}\text{C})$  i vremena  $t(\text{min})$



Slika 5. Graf ovisnosti temperature  $T(^{\circ}\text{C})$  i vremena  $t(\text{min})$

## 11. Zaključak

Moderni zaposleni čovjek nezamisliv je bez mobilnog telefona, ponekad i više njih. Bez obzira na sve mogućosti koje pružaju, glavni nedostatak im je kratko trajanje baterije. Optimalno trajanje baterije postiže se pri sobnoj temperaturi od 20 °C pa se u takvim uvjetima može izvući maksimum iz uređaja što je i cilj većine korisnika. Baterije su pokazale bolje performanse na temperaturi od 30°C nego na 5°C što znači da je trajanje baterije manje kada se temperature kreću prema i ispod 0°C. Pokazalo se da starost baterije nije utjecala u očekivanoj mjeri na konačno trajanje baterije što može biti dokaz savjesnog baratanja mobitelom odnosno procesima punjenja i pražnjenja, ali i nekih drugih varijabli kao vremena skladištenja baterije. Uzevši u obzir dugotrajnost, baterija može preživjeti 500 do 1000 potpunih ciklusa što bi značilo od potpuno pune do potpuno prazne baterije. Nakon toga bateriju je potrebno zamijeniti ukoliko se i dalje želi koristiti pametni telefon. Pokazalo se da starost baterije nije utjecala u očekivanoj mjeri na konačno trajanje baterije u ovom eksperimentu što može biti dokaz savjesnog baratanja mobitelom odnosno procesima punjenja i pražnjenja, ali i nekih drugih varijabli kao vremena skladištenja baterije. Upravo zbog razvoja tehnologije noviji mobilni uređaji pružaju veću brzinu, kvalitetniji prikaz na ekranu, bolju kameru, više aplikacija, bateriju većeg kapaciteta, a sličnih dimenzija. Bateriju, kao neophodan dio mobilnog uređaja, potrebno je mijenjati nakon nekog vremena, 3-5 godina ovisno o korištenju mobitela.

## 12. Literatura

- [1] <http://tehton.covermagazin.com/?p=5377> /16.4.2018.
- [2] <http://www.mojaenergija.hr/index.php/me/Knjiznica/Zelim-znati/Vazni-izumi/Baterija> /16.4.2018.
- [3] [http://batteryuniversity.com/learn/article/lithium\\_based\\_batteries](http://batteryuniversity.com/learn/article/lithium_based_batteries) /16.4.2018.
- [4] <https://e-radionica.com/hr/blog/2016/07/13/bas-malo-o-litij-ion-baterijama/> /25.4.2018.
- [5] <http://www.usporedi.hr/novosti/razlike-izmedu-li-ion-i-li-polymer-baterija-mogle-bi-biti-vece> /25.4.2018.
- [6] [http://batteryuniversity.com/learn/article/charging\\_at\\_high\\_and\\_low\\_temperatures](http://batteryuniversity.com/learn/article/charging_at_high_and_low_temperatures) /16.4.2018.
- [7] [http://batteryuniversity.com/learn/article/discharging\\_at\\_high\\_and\\_low\\_temperatures](http://batteryuniversity.com/learn/article/discharging_at_high_and_low_temperatures) /16.4.2018.
- [8] <http://www.usporedi.hr teme/aplikacije-koje-jedu-bateriju-smartphonea> /25.4.2018.
- [9] <https://support.apple.com/hr-hr/HT208387> /22.4.2018.
- [10] [https://www.gsmarena.com/apple\\_iphone\\_4s-4212.php](https://www.gsmarena.com/apple_iphone_4s-4212.php) /22.4.2018.
- [11] [https://www.gsmarena.com/apple\\_iphone\\_6s-7242.php](https://www.gsmarena.com/apple_iphone_6s-7242.php) /22.4.2018.
- [12] [https://www.gsmarena.com/apple\\_iphone\\_7-8064.php](https://www.gsmarena.com/apple_iphone_7-8064.php) /22.4.2018.